IL TRAM

IMPIANTO E STRUTTURA

A cura del SERVIZIO MOVIMENTO STRADALE - RIP.NE TECNICA

APRILE 1981

INDICE DEGLI ARGOMENTI

GENERALITA'

Sui veicoli a benzina, il motore a scoppio trasforma in energia meccanica l'energia che si sprigiona dalla combustione del carburante (benzina); la sorgente di energia è la benzina, la quale si trova sul veicolo stesso.

Sul tram, invece, sono montati uno o più motori elettrici che trasformano in energia meccanica, cioè in moto, l'energia elettrica assorbita; la sorgente di energia elettrica non è però disponibile a bordo del veicolo, ma deve essere continuamente prelevata da appositi "centri di distribuzione" ai quali i motori dei tram risultano collegati tramite la linea elettrica.

Il motore del tram deve quindi risultare inserito in un circuito elettrico; pertanto, per l'alimentazione del suddetto circuito (come per qualsiasi circuito elettrico) si deve poter disporre di:

a) Una sorgente di alimentazione

b) Una linea elettrica collegante la sorgente di alimentazione con l'utilizzatore

c) Un interruttore almeno, per aprire e chiudere il circuito secondo le necessità dell'operatore

d) Un utilizzatore, cioè un apparecchio che assorbe energia (nel nostro caso il motore del tram)

SOTTOSTAZIONE

La sorgente di alimentazione del circuito tranviario è la "sottostazione".

Si deve osservare che l'impianto tranviario funziona in "corrente continua" a medio valore (550 volt), mentre i generatori delle centrali elettriche producono "corrente alternata" ad altissima tensione (380.000 volt).

Perciò, prima di distribuire alla linea tranviaria la tensione fornita dalle centrali elettriche mediante le linee di trasmissione, è necessario:

1°- Ridurre la tensione fornita (380.000 volt) a quello richiesto dall'impianto tranviario (550 volt).

2°- Convertire la corrente "alternata" in "continua".

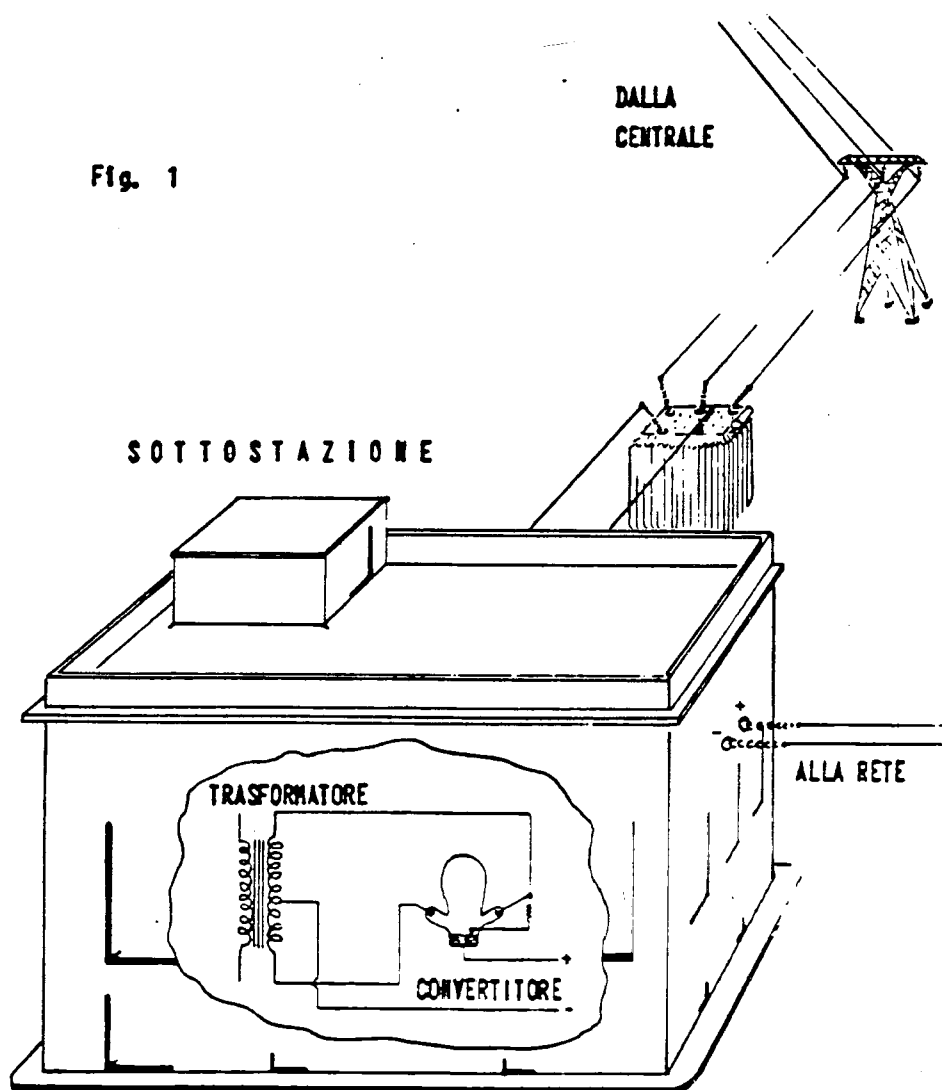
Queste due operazioni competono alle sottostazioni elettriche che impiegano appunto due macchine:

a) Un "trasformatore", che riduce la tensione a 550 volt.

b) Un "convertitore", che converte la corrente da alternata a continua. (Fig. 1)

La rete delle linee di alimentazione filo-tranviaria di Milano è alimentata da di verse sottostazioni.

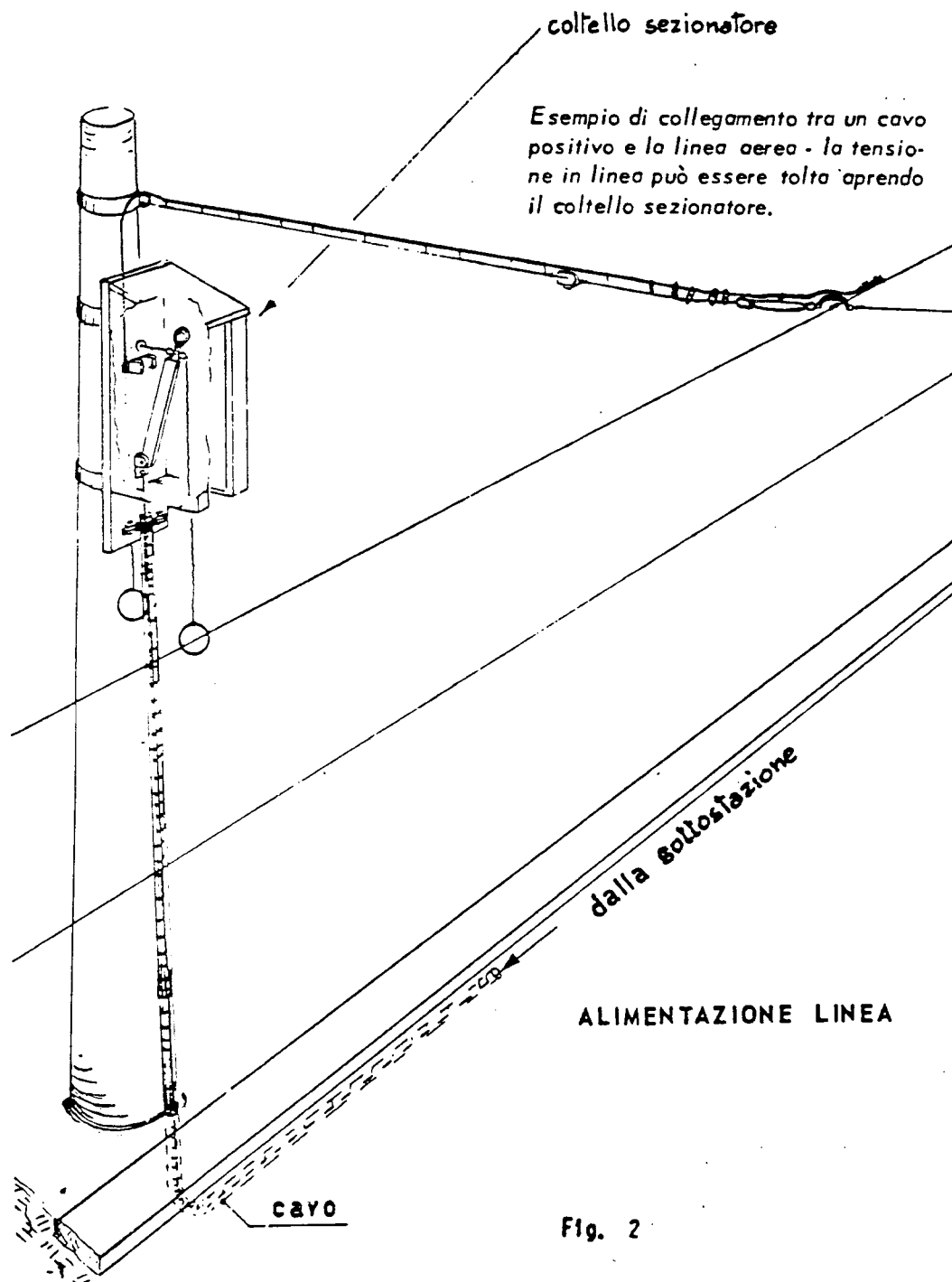
Esse risultano dislocate in diversi punti della città; ciascuna di loro provvede all'alimentazione di una data area di traffico.

Fig. 1

I CAVI DI ALIMENTAZIONE

I convertitori sono muniti di due poli: uno positivo e l'altro negativo.

Al polo positivo si collegano i conduttori positivi che partono dalla sottostazione e, seguendo un percorso sotterraneo, giungono alla linea aerea tranviaria (positivo) nel punto prescelto per l'alimentazione; in partenza come all'arrivo, prima cioè di essere collegati rispettivamente al polo positivo del convertitore ed al filo di contatto della rete aerea, detti conduttori sono muniti di un interruttore per le necessarie manovre (fig. 2).

Al polo negativo del convertitore sono invece collegati i binari di corsa.

Fig. 2

LE ZONE

Ogni area di traffico facente capo ad una sottostazione è suddivisa "in zone" contraddistinte dal nome di vari colori.

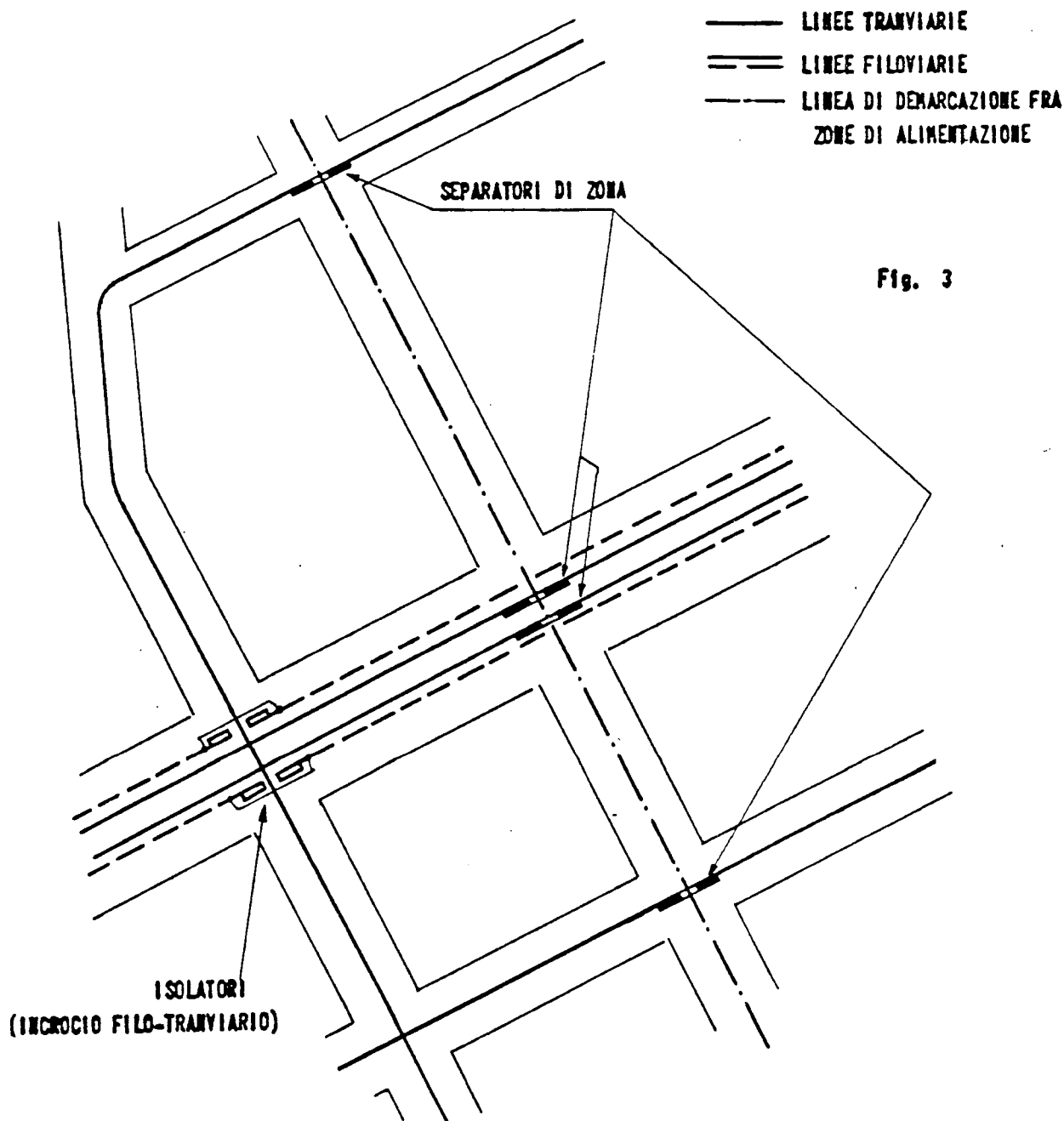
Ognuna di queste zone viene alimentata da uno o due cavi; quando i cavi sono due, essi si suddividono il "carico" di corrente richiesto dalle vetture (tram e filobus) circolanti nella zona.

E' evidente che quando uno dei due cavi viene messo fuori uso per un guasto qualsiasi, l'altro corre il rischio di essere sovraccaricato in quanto, da solo, deve soddisfare la richiesta di corrente di tutta la zona.

Si osservi che i cavi utilizzati possono convogliare con continuità fino ad un massimo di 1000 - 1200 Ampère.

SEPARATORI

In corrispondenza della linea di demarcazione di due zone attigue, vengono montati sulle linee di contatto i "separatori di zona" (fig. 3) ; sono questi dei settori isolanti inseriti sulla linea di contatto (opportunamente interrotta per far loro posto) ed aventi lo scopo di isolare elettricamente tra di loro le due zone attigue.

Fig. 3

La linea di contatto è costituita da un filo (positivo) posto a circa 5,50 metri dal piano stradale.

Il materiale costituente il suddetto filo è una lega di rame e cadmio ed ha una sezione di 100 - 120 mm^2 a forma di "otto" (fig. 4).

SOSPENSIONE

Il filo è sostenuto da un "morsetto"(fig. 5).

Sezione a forma di «otto» del filo di contatto per linea aerea.

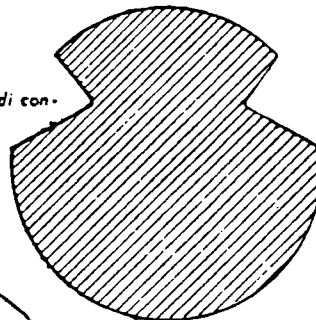



Fig. 4

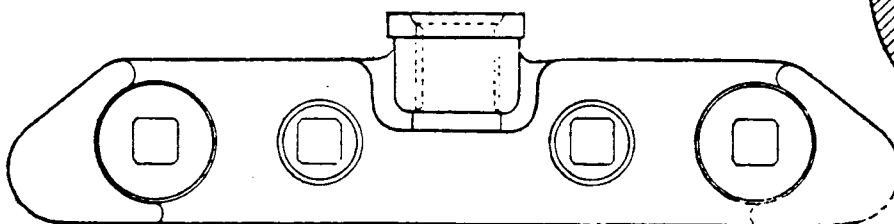



Fig. 5 *Tipo di morsetto per sostenere la linea aerea.*

Sul morsetto è avvitato un isolatore (fig. 6), attorno al quale viene stretto un "collare" (fig. 7); a quest'ultimo risultano attaccati i tiranti di acciaio che, fissati a pali o ganci infissi nel muro degli edifici, hanno il compito di sostenere la linea.

Isolatore a campana.

Fig. 6

Collare montato attorno all'isolatore e al quale risultano collegati i tiranti di acciaio.

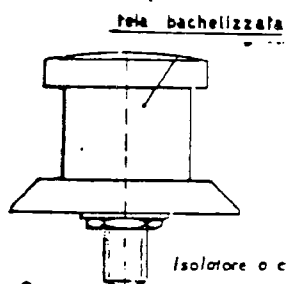



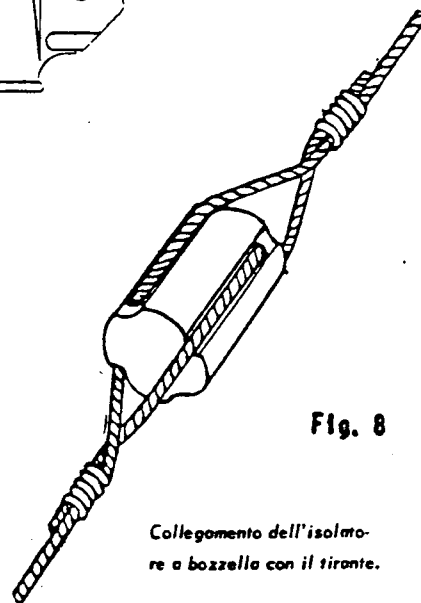
Fig. 7

Sui tiranti, inoltre, vengono montati gli isolatori "a bozzella" (in porcellana o naylon) aventi il compito di assicurare l'isolamento tra le sospensioni ed il palo o il gancio di sostegno (fig. 8).

Tra la linea in tensione ed il punto di sostegno viene quindi realizzato un "doppio isolamento", come prescritto dalle norme vigenti.

Fig. 8

Collegamento dell'isolatore a bozzella con il tirante.

PUNTI SINGOL. DELLA LINEA CONTATTO

Nelle linee tranviarie esistono punti singolari quali:

- incroci tra linee aeree di contatto
- separatori di zona

In questi punti, sia per la pesantezza degli elementi costitutivi della linea di contatto, sia per la presenza di zone isolate elettricamente, è richiesta una marcia adeguatamente lenta e "senza corrente".

Gli scambi possono essere "automatici" o "manuali".

SCAMBI AUTOMATICI

Gli scambi automatici funzionano elettricamente; il binario ha in corrispondenza dello scambio due "lame" che vengono manovrate mediante l'azione elettromagnetica di una bobina (fig. 9).

I poli della bobina dell'apparecchio motore dello scambio sono collegati permanentemente con la linea aerea (A) e con un tratto isolato della linea stessa (B) disposto a distanza opportuna dallo scambio stesso, mediante un collegamento aereo.

Nel caso in cui lo scambio sia già predisposto per l'itinerario voluto, la vettura dovrà passare sotto il tratto isolato senza assorbire corrente (combinatore di manovra azzerato).

Desiderando invece far scattare lo scambio, al passaggio del pantografo sotto il tratto isolato, il conducente dovrà "chiudere il circuito" azionando il combinatore di manovra (prima posizione); così facendo, nella bobina dell'apparecchio motore dello scambio verrà a circolare una corrente di intensità variabile da 25 a 35 Ampère necessaria per la magnetizzazione della bobina.

La bobina, magnetizzandosi, determina la traslazione degli aghi dello scambio.

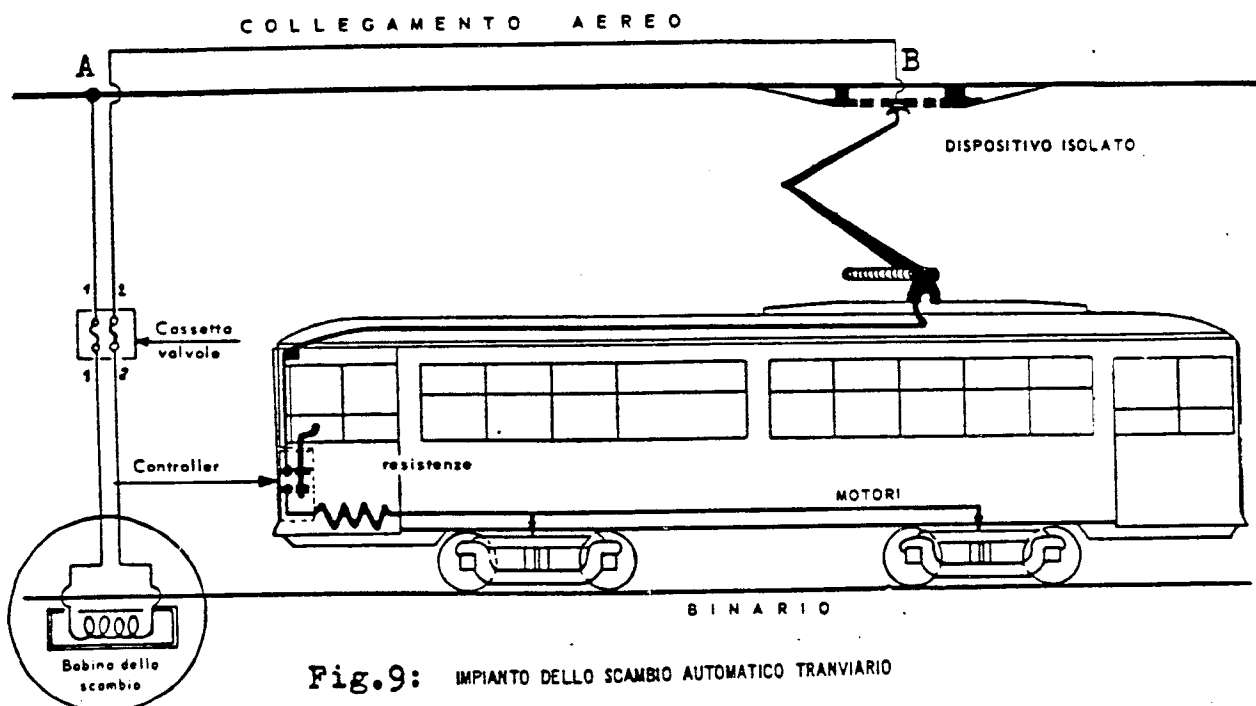



Fig.9: IMPIANTO DELLO SCAMBIO AUTOMATICO TRANVIARIO

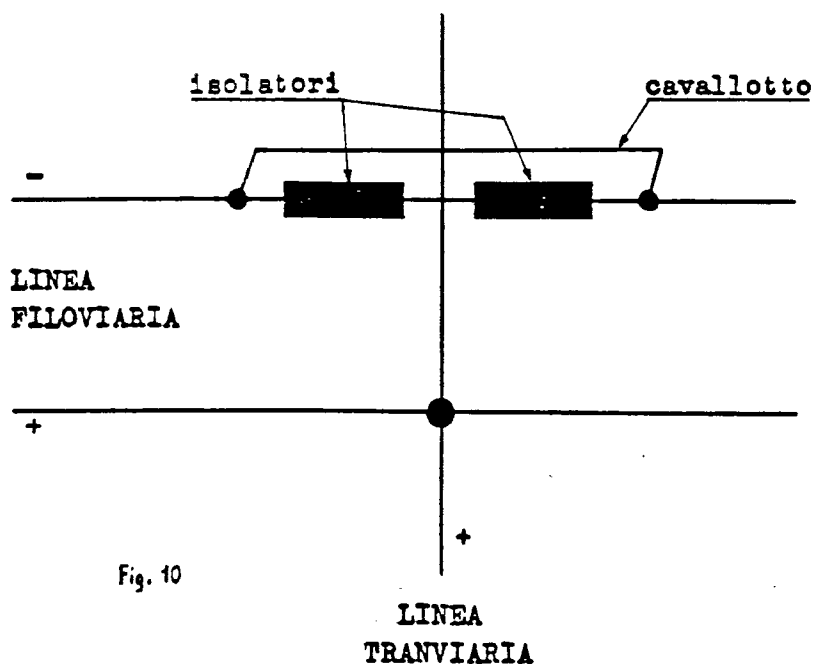
Quando il pantografo ha superato il tratto isolato (dispositivo dello scambio), viene a mancare corrente alla bobina che si smagnetizza.

Gli aghi dello scambio restamo comunque nella posizione acquisita, mentre all'interno dell'apparecchio motore una serie di organi meccanici si dispone per il ritorno degli aghi nella posizione precedente che avverrà però solo ad un successivo azionamento dello scambio da parte di un'altra vettura.

INCROCI FILO-TRANVIARI

Quando una linea tranviaria ed una linea filoviaria si incrociano, è necessario garantire la continuità del piano di strisciamento; ma siccome verrebbero a contatto fra loro fili con polarità opposte, per evitare il conseguente corto circuito, va mantenuta la continuità geometrica senza consentire quella elettrica.

Pertanto uno dei due fili a polarità opposte, che verrebbero a contatto in corrispondenza dell'incrocio, va interrotto e sostituito con un tratto isolante (solitamente viene isolato e "cavallottato" il filo negativo filoviario rispetto al filo positivo tranviario). (fig. 10)

Fig. 10

Nel tram si distinguono essenzialmente:

1°) - Le parti meccaniche

2°) - La carrozzeria

3°) - L'equipaggiamento elettrico

PARTI MECCANICHE

Le parti meccaniche sono:

- il telaio
- i carrelli
- le sospensioni
- la trasmissione
- il freno a mano
- il freno pneumatico

I carrelli sono costituiti da una struttura rigida montata su due assi con relative ruote. Le ruote sono di due tipi: rigide ed elastiche.

Le ruote rigide normali sono costituite da un mozzo o centro ruota di acciaio fuso e da un anello esterno detto cerchione pure in acciaio. (fig. 11)

Le ruote elastiche hanno un mozzo in acciaio a forma di disco sulle cui facce laterali vi sono dei settori di gomma opportunamente pressati da altri due dischi in acciaio fuso con foro centrale uno dei quali, quello esterno, porta il cerchione (fig. 12). Con questo tipo di ruote si ottiene un collegamento elastico tra asse e cerchione, elasticità che deriva dai settori in gomma che possono permettere vari movimenti dell'asse rispetto alla rotaia.

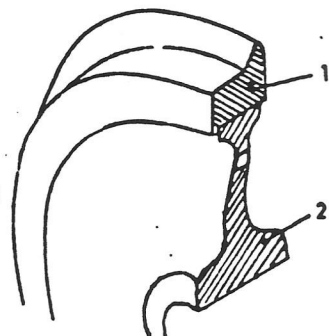



Fig. 11: Ruota rigida normale
1 - cerchione
2 - mozzo o centro ruota.

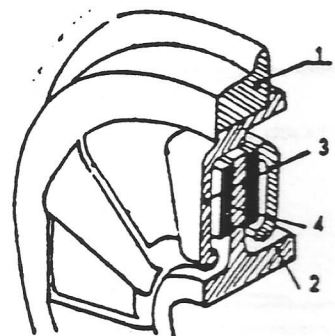



Fig. 12: Ruota elastica
1 - cerchione
2 - mozzo
3 - dischi di pressione gomma
4 - settori di gomma.

La sospensione del motore rispetto alla vettura è realizzata su un lato mediante una sporgenza della carcassa del motore che appoggia con interposta una molla elicoidale su una traversa del carrello.

Il movimento generato dal motore è trasmesso alle ruote da una coppia di ingranaggi (pignone e corona dentata); il pignone è montato sull'albero motore, la corona sull'asse delle ruote.

Il pignone ha un numero di denti inferiore alla corona dentata perciò la velocità di rotazione delle ruote è inferiore a quella del motore.

Il rapporto tra il numero dei denti del pignone e quello dalla corona rappresenta il rapporto di riduzione.

CARROZZERIA

La carrozzeria comprende:

- la cassa
- le porte
- i sedili

EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO

L'equipaggiamento elettrico è composto da diversi circuiti; i circuiti fondamentali sono:

1) - Circuito di trazione che comprende il motore di trazione, l'interruttore automatico di linea, le resistenze di avviamento e l'interruttore principale.

2) - Circuito comando che ha il compito di realizzare la chiusura del circuito di trazione tramite l'interruttore di linea e comprende i contatti del blocca porte.

3) - Circuito ausiliario che comprende l'illuminazione interna della vettura, gli indicatori di direzione, ecc.

Questi tre circuiti sono alimentati dalla linea.

CIRCUITO DI TRAZIONE

L'interruttore automatico di linea è l'organo principale per il comando del circuito di trazione ed inoltre ha funzioni protettive. (Fig. 12)

Esso comprende, oltre ai contatti principali, quattro bobine e precisamente:

a) - bobina principale
b) - bobina di massima
c) - bobina di soffio
d) - bobina di ritenuta

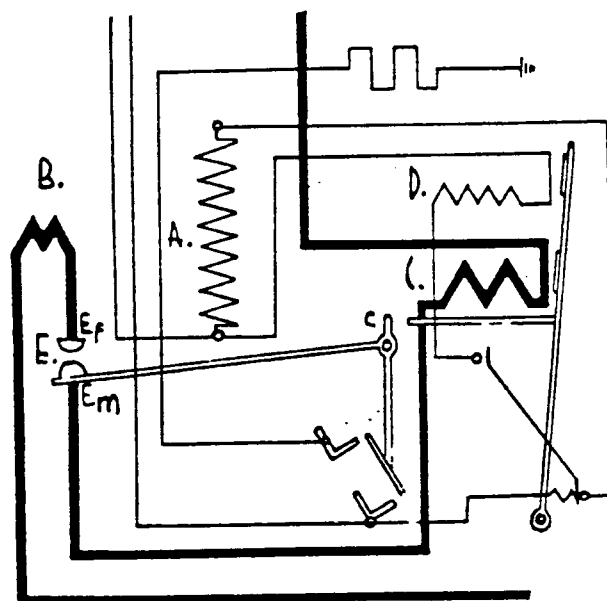
La <u>bobina principale</u>, alimentata dalla tensione di linea tramite il combinatore di manovra, realizza la chiusura dei contatti principali.

La <u>bobina di massima</u> realizza automaticamente l'apertura dei contatti principali qualora la corrente assorbita dai motori sia superiore al valore limite sopportabile dagli stessi motori.

La <u>bobina di soffio</u> ha lo scopo di "soffiare" magneticamente l'arco che si provoca "sotto corrente" nella fase di apertura dei contatti principali tra i contatti stessi.

La <u>bobina di ritenuta</u> infine, ha lo scopo di trattenere aperti i contatti principali dopo l'intervento della bobina di massima.

Per azionare nuovamente il circuito di trazione, ovvero per fare arrivare corrente ai motori, è necessario ritornare con il combinatore di manovra in posizione "zero"; ciò consente l'apertura di tutti circuiti e quindi anche dei contatti della bobina di ritenuta.

Fig. 1[illegible]

Interruttore automatico di linea

A - Bobina principale

B - Bobina di soffio

C - Bobina di massima

D - Bobina di ritenuta

E - Contatti principali

AVVIAMENTO

In ogni veicolo a trazione elettrica, onde ottenere un avviamento graduale ed evitare quindi che la vettura parta a strappi, occorre fare in modo che la corrente assorbita vada gradualmente crescendo.

Quando al motore fermo viene applicata tutta la tensione di linea, accadono due fatti tra loro interdipendenti:

a) - il motore assorbe dalla linea una corrente di valore elevato che ha come effetto il riscaldamento eccessivo degli avvolgimenti del motore; infatti, secondo la legge di Joule, il riscaldamento in un conduttore è direttamente proporzionale alla corrente circolante in esso.

b) - il motore dovrebbe, di colpo, assumere la velocità massima causando quindi una partenza brusca con riflessi dannosi su tutti gli organi di trasmissione.

E' necessario perciò limitare la corrente assorbita "allo spunto" dal motore.

RESISTENZE AVVIAMENTO

Per limitare la corrente assorbita allo spunto, sono inserite tra motore e linea alcune resistenze dette "resistenze di avviamento", che devono poi essere escluse gradualmente al crescere della velocità di rotazione del motore; esse hanno lo scopo di ridurre la corrente assorbita dai motori durante le prime fasi del moto.

Quanto più grande è la resistenza inserita tra motore e linea, tanto più piccola risulta la corrente circolante nel motore e quindi la sua velocità.

Escludendo gradualmente le varie resistenze, l'intensità della corrente circolante nel motore aumenta, procurando così un incremento graduale della velocità del motore stesso e quindi della velocità della vettura.

Le resistenze di avviamento sono costituite da diversi elementi riuniti in gruppo e montati sopra un telaio, dal quale però rimangono isolate; ciascun elemento di queste resistenze è composto da una piattina in acciaio al nichel-cromo avvolta in costa a spirale. Questa spirale appoggia su isolatori dentellati di materiale resistente alle alte temperature; la forma dell'avvolgimento ed il modo in cui vengono montate le resistenze, ne facilitano il raffreddamento limitandone l'ingombro. (fig. 14).

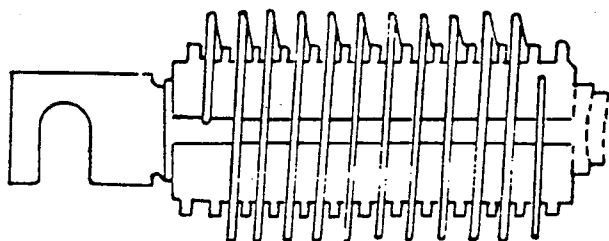



Fig. 14
Resistenze di avviamento: tipo in piattina di acciaio al nichel cromo.

E' noto che la corrente riscalda le resistenze per cui, tanto all'avviamento quanto durante la marcia è bene non tenerle a lungo inserite, onde evitare che possano raggiungere l'incandescenza che potrebbe danneggiarle o provocare incendi a parti della vettura.

Ne consegue quindi che tutte le posizioni in cui vi siano inserite, tutte o in parte le resistenze, devono come posizioni di passaggio e non di marcia; compiendo lunghi tratti con tali resistenze inserite, si correrebbe infatti il rischio di bruciarle.

L'avviamento consiste dunque nel procedere gradualmente all'esclusione delle resistenze (fig. 15).

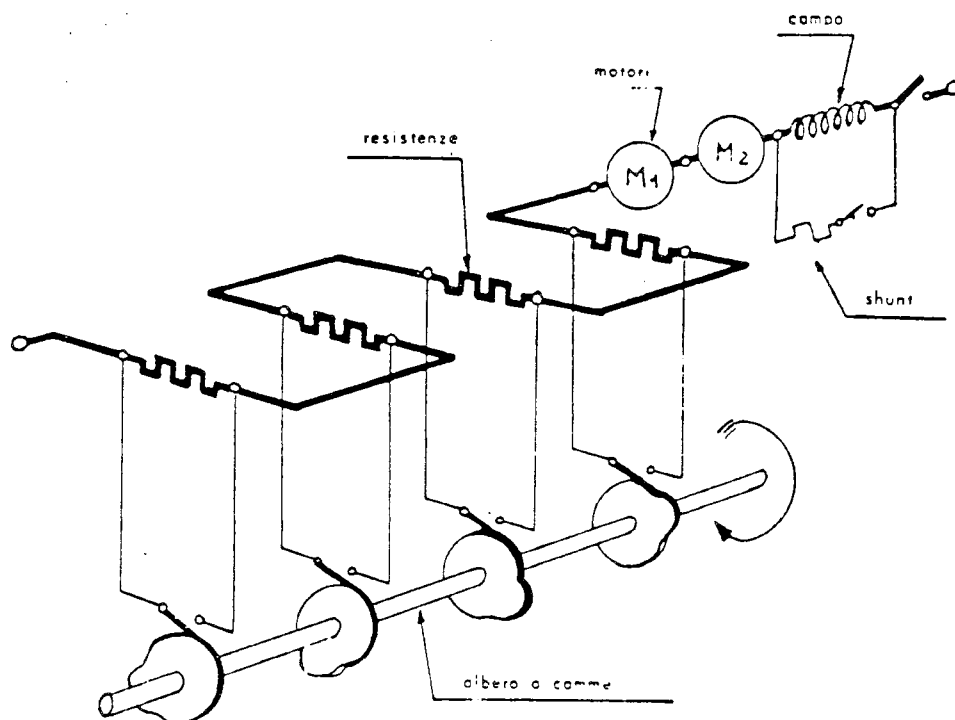



Fig. 15 *Esempio schematico di avviamento con resistenze.*

TIPI DI AVVIAMENTO

Nell'avviamento manuale (esclusione diretta delle resistenze da parte del conducente) il veicolo può anche non accelerare con gradualità, essendo l'azione affidata esclusivamente all'abilità e sensibilità del conducente stesso; ciò può portare ad una marcia poco confortevole per i passeggeri oltre a ripercuotersi negativamente sui collettori dei motori che sono gli organi più delicati.

Per ovviare a questo inconveniente si è introdotto nell'apparecchiatura elettrica dei tram il combinatore di manovra "automatico".

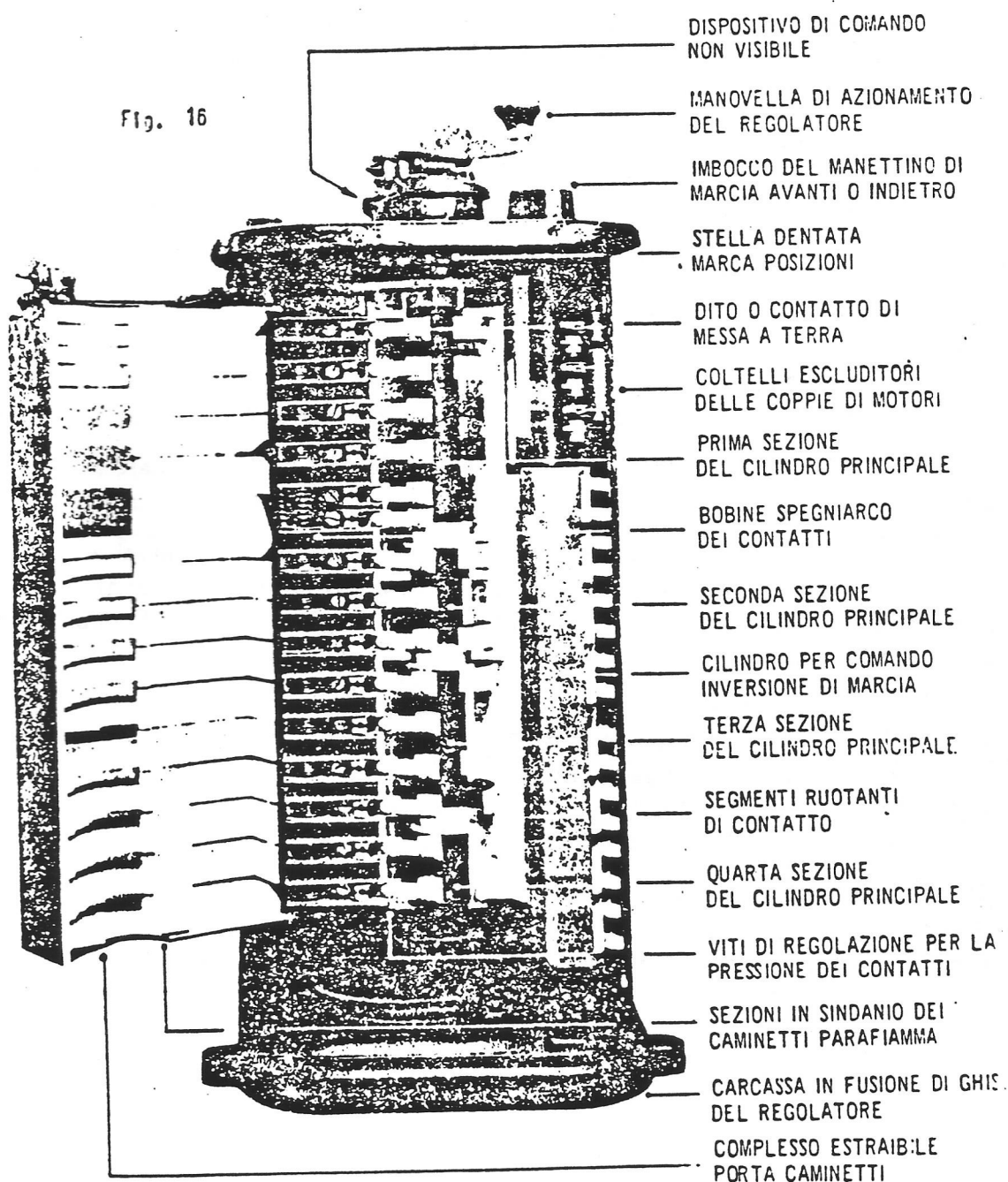
Il suo scopo è di assicurare, in ogni momento ed indipendentemente dall'abilità del conducente, una assoluta regolarità di marcia.

Nei combinatori di manovra automatici viene interposto, tra gli organi di comando azionati dal conducente e gli organi di trazione, un automatismo che realizza la successione dei collegamenti dei vari

elementi del circuito durante l'avviamento prima e la marcia poi.

AVVIAMENTO MANUALE

Il combinatore di manovra (controller) di tipo"manuale"presenta un cilindro in materiale isolante comandato a "manovella" dal conducente; su tale cilindro sono opportunamente situate strisce metalliche in rame di diversa lunghezza, collegate fra loro e sulle quali si dispongono i vari contatti collegati ciascuno ai capi dei diversi elementi in cui è suddivisa la resistenza totale di equipaggiamento(fig. 16).

COMBINATORE DI MANOVRA TIPO K. 35

Quando due contatti sono disposti sulla stessa striscia del cilindro, l'elemento di resistenza che ha per terminali i detti contatti viene "cortocircuitato", quindi escluso.

La manovra è perciò programmata sulla parte mobile (il cilindro) sulla quale, in vista delle combinazioni necessarie a regolare il moto, sono dislocate le strisce conduttrici in rame a diversa lunghezza ed altezza.

Altro elemento costitutivo del "controller" è l'invertitore di marcia, cilindro comandato da un manettino che serve per inserire i diversi circuiti in modo da realizzare la marcia in avanti o all'indietro.

In definitiva, il controller serve per chiudere il circuito della corrente e inviarla ai motori quando si vuole avviare il veicolo, oppure ad aprire tale circuito quando si vuole produrne l'arresto.

Esso può inoltre consentire la marcia nella direzione voluta e regolare la velocità del veicolo.

AVVIAMENTO AUTOMATICO

L'avviatore automatico è, in sintesi, un dispositivo atto a escludere le resistenze di avviamento ad intervalli regolari.

In esso, un albero a cammes comanda la chiusura dei contatti di esclusione delle resistenze di avviamento.

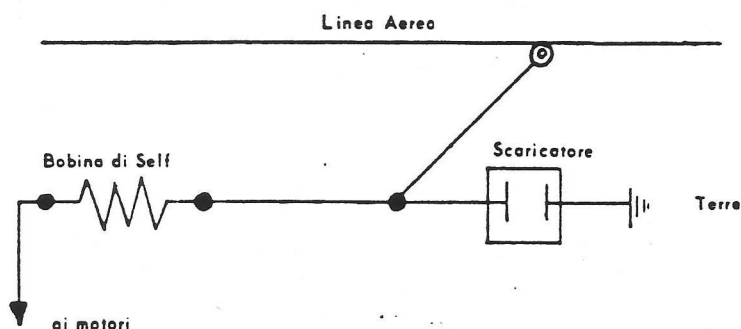
La rotazione dell'albero a cammes è comandata e regolata da un apposito dispositivo (idropneumatico, elettromeccanico, ecc) che permette la chiusura dei contatti di esclusione delle resistenze in modo cadenzato.

Ciò realizza un avviamento graduale e progressivo in cui la velocità di azionamento del controller da parte del conducente influisce solo relativamente.

BOBINA DI SELF O DI AUTOINDUZIONE

Costituita da una decina di spire di rame a forte sezione avvolte su un supporto, la "bobina di self" è posta in serie al circuito di alimentazione a scopo protettivo (fig. 18).

Sulla rete aerea si generano talvolta pericolose "sovratensioni" dovute ad effetti induttivi temporaleschi o a vere e proprie scariche di fulmini; dette sovratensioni, raggiungendo le apparecchiature della vettura, potrebbero provocare danni ingenti.

Fig. 18 Bobina di self e scaricatore.

Mentre la bobina di autoinduzione non si oppone al passaggio della corrente continua, presenta invece una elevata resistenza al passaggio delle correnti alternate.

SCARICATORE ELETTRICO (SCARICA FULMINE)

Perciò, le sovratensioni, trovando una forte opposizione nella bobina di self, si scaricano a terra attraverso lo "scaricatore elettrico" o "scarica fulmini" che presenta una resistenza più limitata.

Scendendo lungo il pantografo sul percorso della corrente di alimentazione, troviamo ad un certo punto quella che si dice una derivazione elettrica: su questa è installato lo scaricatore (fig. 18).

Lo scaricatore è praticamente un condensatore costituito da due conduttori affacciati e separati fra loro da un isolante resistente alla normale tensione di linea che impedisce quindi il passaggio nello scaricatore della normale corrente di alimentazione.

Quando però si presentano le sovratensioni, a causa del loro alto valore, lo strato isolante cede, si perfora e la corrente prodotta si scarica " a terra" (cioè sul binario cui lo scaricatore è collegato).

FRENATURA

Ogni veicolo deve essere equipaggiato con tre dispositivi di frenatura e precisamente:

1) Frenatura di servizio
2) " " soccorso
3) " " stazionamento

FRENATURA ELETTRICA

L'azione frenante dei vari dispositivi può essere:

a) Elettrica

b) Pneumatica

c) Meccanica

Distinguiamo tre tipi fondamentali di frenatura elettrica:

- frenatura elettrodinamica
- " elettromagnetica a pattini
- " elettromagnetica

FRENATURA ELETTRODINAMICA

La frenatura elettrodinamica consente soltanto il rallentamento del veicolo ma non il suo arresto completo.

Il sistema di frenatura elettrodinamica si basa sulla reversibilità di funzionamento del motore, cioè sulla possibilità che il motore ha di funzionare da generatore.

Il principio di funzionamento e il seguente: quando il veicolo è lanciato, anche se il controller è a zero, il motore non si arresta, ma la sua rotazione viene mantenuta dal moto del veicolo stesso.

Il motore riceve quindi energia meccanica dall'esterno; se l'avvolgimento di statore viene eccitato, il motore "trasforma l'energia meccanica che riceve in energia elettrica", funzionando praticamente da generatore.

L'energia elettrica prodotta dal motore durante la frenatura elettrodinamica viene dissipata in calore su delle resistenze; quindi alla diminuzione dell'energia meccanica (moto) del veicolo, corrisponde una dissipazione di energia elettrica in calore.

Quando la velocità è ridotta però, l'efficacia della frenatura elettrodinamica è praticamente nulla, in quanto, con la diminuzione della velocità, diminuisce nel motore la capacità di trasformare l'energia meccanica in elettrica.

Per arrestare definitivamente il veicolo, si dovrà quindi ricorrere ad un altro tipo di frenatura (ad esempio la pneumatica).

FRENATURA ELETTROMAGNETICA A PATTINI

Il freno elettromagnetico a pattini è costituito da una coppia di pattini montati (uno per lato) longitudinalmente sui carrelli fra un asse el'altro.

Durante la marcia del veicolo, detti pattini sono mantenuti sollevati da apposite molle.

Alimentando le bobine contenute in essi, si crea un forte campo magnetico che attrae il pattino sulla rotaia; questa forza di attrazione tra le due parti e l'attrito che si genera in seguito allo strisciamento provocano un'intensa azione frenante.

La figura 19 mostra l'andamento delle linee di forza del campo magnetico generato dalla bobina del pattino; esse percorrono il nucleo, le piastre polari, le due appendici striscianti e si chiudono sul fungo della rotaia.

Andamento delle linee di forza del campo magnetico generato dalle bobine di un pattino.

Le bobine dei pattini possono essere alimentate sia dalla linea direttamente, che da una batteria di accumulatori.

E' evidente che, se l'alimentazione delle bobine avviene tramite la linea, la frenatura in oggetto può venire a mancare transitando sotto tratti isolati della rete aerea o nel caso in cui non vi sia tensione in linea.

I pattini vengono solitamente azionati da un comando a pulsante (che provoca il loro azionamento indipendentemente da altri dispositivi di frenatura), oppure dalla"frenatura di soccorso"(contemporaneamente all'intervento di altri dispositivi: frenatura elettrodinamica o pneumatica, sabbiatura del binario, ecc.).

FRENATURA ELETTROMAGNETICA A DISCHI

Nel sistema di frenatura elettromagnetica a dischi, l'asse delle ruote porta calettato un grosso disco metallico. Su questo disco agisce una "pinza" con rivestimenti in materiale ad alto coefficiente d'attrito (ferodo).

In posizione di marcia (vettura sfrenata), la pinza rimane aperta per effetto dell'eccitazione di un elettromagnete che contrasta l'azione di una molla che tenderebbe invece a chiuderle.

Portando il combinatore in posizione di frenatura si diseccita gradualmente l'elettromagnete che permette quindi alla molla di avere il sopravvento provocando l'intervento della pinza sul disco.

FRENATURA PNEUMATICA

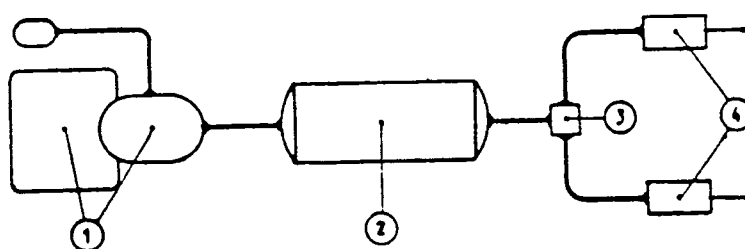
L'impianto di frenatura pneumatica (fig. 20) comprende:

- il motocompressore
- il serbatoio dell'aria compressa
- il regolatore di pressione
- la valvola di sicurezza
- le varie tubazioni, con la necessaria dotazione di valvole di azionamento
- i cilindri-freno
- il manometro
- il combinatore di frenatura

Il motocompressore è inserito in un circuito elettrico che fa capo ad un interruttore; fanno parte di questo circuito anche la valvola fusibile (a protezione del motore del compressore) ed i contatti del regolatore di pressione.

Il motocompressore aspira, attraverso un apposito filtro, aria dall'atmosfera e la comprime inviandola al serbatoio.

La pressione nel serbatoio è controllata dal regolatore di pressione che, automaticamente, apre il circuito del motocompressore nel momento in cui la pressione nel serbatoio ha raggiunto il limite massimo di taratura (5,5 kg/cm^2 circa).

Fig. 20 : Impianto dell'aria compressa per la frenatura pneumatica.

1) Motocompressore - 2) Serbatoio aria compressa - 3) Valvola - 4) Cilindri freno.

In caso di guasto al regolatore di pressione, entrerà successivamente in azione la valvola di sicurezza scaricando l'aria in eccedenza.

Sempre automaticamente, inoltre, il regolatore di pressione richiude il circuito del motocompressore quando la pressione dell'aria nel serbatoio si è abbassata, per effetto dell'uso o delle perdite, al valore minimo ammesso per garantire una efficace frenatura (circa 4,5 kg/cm^2).

Il conducente può, attraverso il manometro, controllare la pressione dell'aria nel serbatoio (lancetta rossa); la lancetta nera, invece, segnala la pressione dell'aria inviata ai cilindri freno durante la frenatura.

Lo spostamento del combinatore di frenatura realizza la comunicazione tra serbatoio e cilindri freno; l'aria compressa che affluisce al cilindro freno, tramite la spinta al pistone e l'azionamento di opportuni leveraggi, realizza la frenatura del veicolo.

Sulle vetture tranviarie del parco A.T.M. risultano attualmente installati due tipi di "rubinetto" di comando (combinatore) della frenatura pneumatica:

a) - Rubinetto di tipo normale
b) - Rubinetto autoregolatore

RUBINETTO NORMALE

Il rubinetto "normale" è simile concettualmente al rubinetto idraulico posto nelle nostre abitazioni e da cui spilliamo l'acqua di cui abbiamo bisogno tutti i giorni; si tratta in effetti di una feritoia attraverso la quale passa l'aria e che viene più o meno aperta con lo spostamento a destra del combinatore di frenatura (fig. 21).

Portando il manettino del combinatore nella posizione "a" (fig. 21 B), si ottiene una certa apertura attraverso la quale passa una quantità d'aria ridotta (evidenziata da un riempimento parziale della condotta che va da "R" a "CF".

Fig. 21

Tornando verso sinistra con il manettino nella zona neutra (che segue lo "O") vengono chiuse le luci di comunicazione tra "S" e "CF". L'aria che è riuscita ad entrare nel "CF" vi crea una certa pressione a cui corrisponde un dato effetto frenante.

Rimanendo invece nella posizione "a" con il manettino, l'aria, attraverso la feritoia parzialmente aperta passa in continuazione fino a stabilire l'uguaglianza di pressione tra "S" e "CF".

Spostando ulteriormente il manettino (in "b") la feritoia si apre maggiormente e permette un più rapido passaggio dell'aria (indicato in figura con il riempimento totale del tubo che va da "R" a "CF" (fig. 21 D).

Il tempo di riempimento del "CF" dipende quindi unicamente dal grado di apertura della feritoia stessa e cioè a tempi maggiori cor

risponde un'apertura più piccola della feritoia, a tempi minori una apertura più grande.

Con questo tipo di rubinetto vi è quindi la possibilità di stabilire l'uguaglianza di pressione tra "S" e "CF" in ogni posizione del manettino, escluse la posizione "O" e la piccola zona neutra che la segue a destra (tra "O" e "a").

Spostando il manettino dalla posizione "b" alla "a" (fig. 21E), non si altera alcunchè dell'equilibrio di pressione raggiunto in precedenza..

Volendo sfrenare il veicolo, si dovrà portare il manettino in posizione "O" in modo da mettere in comunicazione il cilindro freno(CF) con lo scarico (Sc).

Per graduare la frenatura e cioè per creare nel "CF" pressioni proporzionali allo sforzo frenante da effettuare, il conducente deve sventagliare il manettino del combinatore di frenatura in maniera da creare delle feritoie di comunicazione variabili in grandezza ed intermittenti tra il serbatoio e il cilindro freno o tra questo e lo scarico.

Per ottenere delle frenature più energiche, il conducente può o aprire maggiormente la via di passaggio dell'aria, oppure ripetere a pari apertura la manovra un numero maggiore di volte.

RUBINETTO AUTOREGOLATORE

Il rubinetto "autoregolatore" presenta un funzionamento notevolmente diverso rispetto al precedente.

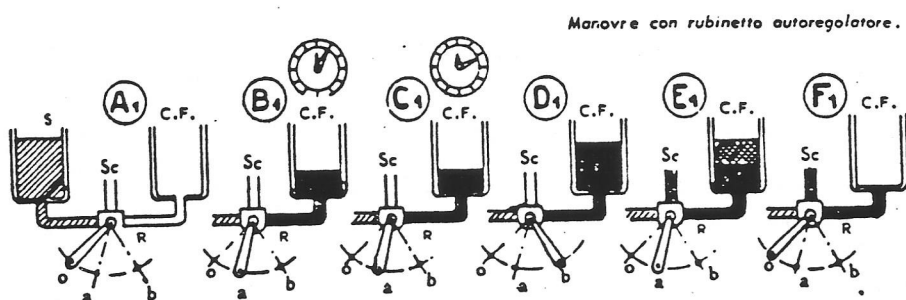



Fig. 22

Spostando il manettino dalla posizione "O" alla "a", si crea nel cilindro freno una certa pressione d'aria (fig. 22 B 1).

Pressioni maggiori verranno ottenute spostando ulteriormente il manettino da "a" verso "b" (fig. 22 D 1).

Rimanendo però nella posizione "a" non si ha alcun aumento di pressione nel "CF", anzi, in caso di perdite d'aria nel cilindro freno o nelle tubazioni, vi sarà un'automatica compensazione della fuoriuscita di aria in maniera che a determinati spostamenti del manettino corrispondano sempre determinate pressioni nel "CF".

Questo fatto ci aiuta a capire che se il manettino viene riportato dalla posizione "b" alla "a", nel "CF" si crea una pressione più bassa corrispondente alla posizione "a" mediante lo scarico di una parte d'aria (fig. 22 B 1).

Tornando invece in posizione "O" si può ottenere lo scarico dell'aria compressa dal cilindro freno "CF".

La funzionalità del rubinetto "autoregolatore" è quindi evidenziata dai due punti che seguono:

1) - spostando il manettino verso destra si ottengono pressioni man mano crescenti nel cilindro freno;

2) - spostando il manettino verso sinistra, la pressione nel cilindro freno decresce man mano.

Da ciò derivano le seguenti regole fondamentali per una razionale utilizzazione del rubinetto autoregolatore:

a) - dovendo frenare la vettura si dovrà spostare il manettino verso destra di quel tanto richiesto dal grado di frenatura occorrente; solo al cessare della necessità di frenare, si dovrà tornare a "O" con il manettino;

b) - si dovrà evitare il più possibile lo "sventagliamento" del manettino in quanto, con l'autoregolatore, ogni ritorno a sinistra provoca uno scarico (anche se parziale) dell'aria dal cilindro freno.

I binari consentono il ritorno della corrente alla sotto stazione ed in particolare al morsetto negativo del convertitore.

Esistono diversi tipi di rotaia (fig. 23):

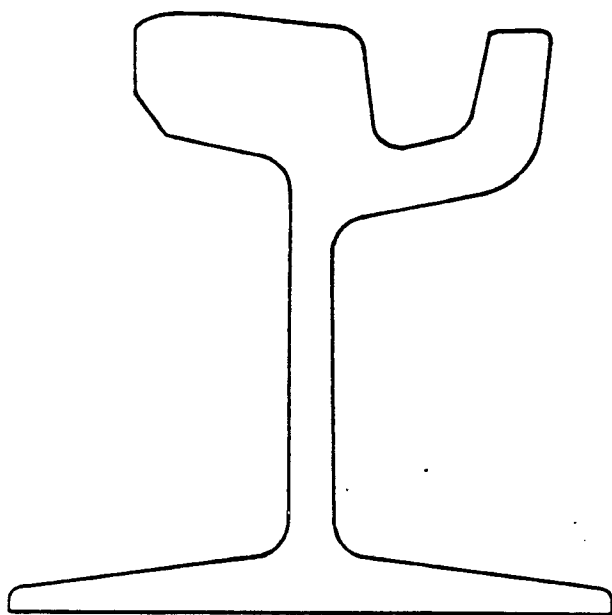
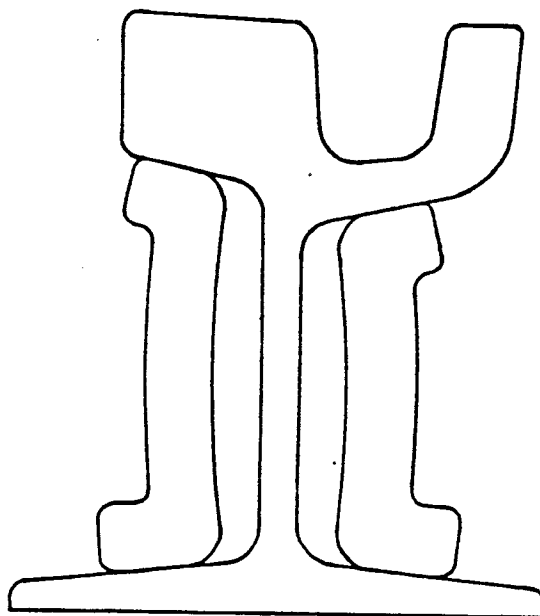
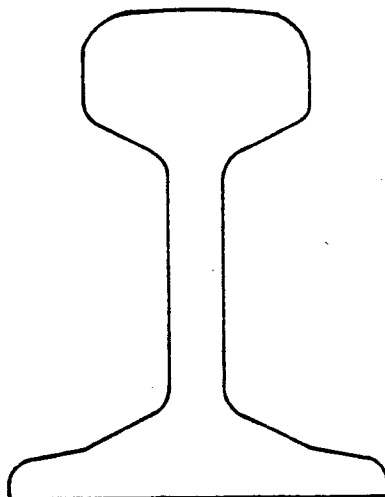
1) Tipo "Standard" - peso kg. 51 al metro lineare.
2) " "Milano" - " " 48 " " " .
3) " "Vignole" - " " 36 " " " .

ROTAIA TIPO STANDARD

ROTAIA TIPO MILANO

ROTAIE TIPO VIGNOLE

Fig. 23

SEZIONE DEI TRE DIVERSI TIPI DI ROTAIE